

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-33721

(P 2 0 0 1 - 3 3 7 2 1 A)

(43) 公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G02B 26/10		G02B 26/10	D 2C362
B41J 2/44		B41J 3/00	D 2H045

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平 11-205371

(22) 出願日 平成 11 年 7 月 19 日 (1999. 7. 19)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号

(72) 発明者 浜 善博

東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号 旭光
学工業株式会社内

(72) 発明者 鈴木 康史

東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号 旭光
学工業株式会社内

(74) 代理人 100089875

弁理士 野田 茂

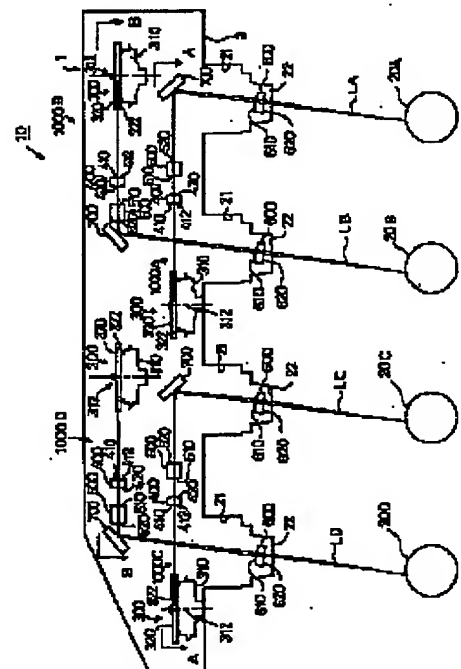
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査光学装置

(57) 【要約】

【課題】 各走査光学系の光源の光ビームの波長変動に起因する光ビームの主走査方向の位置ずれを防止することができる走査光学装置を提供する。

【解決手段】 第1 f θ レンズ400は第2、第3 f θ レンズ500、600と共に f θ レンズ群を構成し、f θ レンズ群はポリゴンミラー320によって主走査方向に走査される光ビームBを感光ドラム20A上に収束させる。第1 f θ レンズ400の入射面410は回折レンズ面であり、ペーパークラップとなる回転対称な非球面上に屈折レンズ部分での倍率色収差を補正する作用を有するフレネルレンズ状の回折レンズ構造412が構成されている。回折レンズ構造412は、f θ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正を行う作用を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを出射する光源と、
前記光源から導かれた前記光ビームを偏向走査するポリゴンミラーと、
前記ポリゴンミラーによって偏向走査された前記光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f \theta$ レンズからなる $f \theta$ レンズ群とを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、
前記各走査光学系は、前記 $f \theta$ レンズのうちの何れか 1 つに回折レンズ構造が設けられている、
ことを特徴とする走査光学装置。

【請求項 2】 前記 $f \theta$ レンズ群は第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズを有し、前記第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズはこの順番で前記光ビームが通過するように構成され、前記回折レンズ構造が設けられている前記 $f \theta$ レンズは前記第 1 $f \theta$ レンズであり、前記回折レンズ構造が前記第 1 $f \theta$ レンズの入射面または出射面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の走査光学装置。

【請求項 3】 前記第 1 $f \theta$ レンズは、主に前記光ビームの主走査方向と直交する副走査方向の収束を行うように構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の走査光学装置。

【請求項 4】 前記 $f \theta$ レンズ群は第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズを有し、前記第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズはこの順番で前記光ビームが通過するように構成され、前記回折レンズ構造が設けられている前記 $f \theta$ レンズは前記第 2 $f \theta$ レンズであり、前記回折レンズ構造が前記第 2 $f \theta$ レンズの入射面または出射面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の走査光学装置。

【請求項 5】 前記第 2 $f \theta$ レンズは、光ビームの主走査方向の収束のみを行うように構成されていることを特徴とする請求項 4 記載の走査光学装置。

【請求項 6】 前記 $f \theta$ レンズ群は第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズを有し、前記第 1、第 2、第 3 $f \theta$ レンズはこの順番で前記光ビームが通過するように構成され、前記回折レンズ構造が設けられている前記 $f \theta$ レンズは前記第 3 $f \theta$ レンズであり、前記回折レンズ構造が前記第 3 $f \theta$ レンズの入射面または出射面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の走査光学装置。

【請求項 7】 前記第 3 $f \theta$ レンズは、主に光ビームの前記主走査方向と直交する副走査方向の収束を行うように構成されていることを特徴とする請求項 6 記載の走査光学装置。

【請求項 8】 前記回折レンズ構造が設けられている前記 $f \theta$ レンズは、金型を用いてレンズと共に回折レンズ構造が一体に形成された成形レンズであることを特徴とする請求項 1 記載の走査光学装置。

【請求項 9】 光ビームを出射する光源と、
前記光源から導かれた前記光ビームを偏向走査するポリゴンミラーと、

前記ポリゴンミラーによって偏向走査された前記光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f \theta$ レンズからなる $f \theta$ レンズ群と、

前記ポリゴンミラーの周囲および上方を覆い前記ポリゴンミラーにより偏向走査された前記光ビームが射出される箇所には光ビームの通過を可能とした光透過部材が装着されたカバーとを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、

前記光透過部材に回折レンズ構造が設けられている、

10 ことを特徴とする走査光学装置。

【請求項 10】 イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックに対応して前記走査光学系が 4 つ設けられ、前記被照射対象物は前記イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックに対応して設けられた感光ドラムであり、前記光ビームの主走査方向が前記各感光ドラムの長さ方向であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 に何れか 1 項記載の走査光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】 本発明は光ビームを感光ドラムなどの被照射対象物に走査する走査光学系を複数備える走査光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 モノクロのレーザプリンタなどに適用される走査光学装置は、画素信号により発光される半導体レーザを備え、この半導体レーザから出力されるレーザビーム（以下光ビームという）はコリメートレンズにより平行光に変換された後、ポリゴンミラーにより水平方向に走査偏向され、この光ビームを $f \theta$ レンズで屈折、集光させて感光ドラムの表面に入射し、感光ドラム表面を画素信号の強度に応じて露光する。そして、この露光像をトナーで現像した後、このトナー像を記録紙に転写し定着処理を施すことにより、画像情報を記録紙に印画定着するようになっている。

【0003】 また、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各色に対応したトナー像を記録紙に転写することでカラー画像を印画するカラープリンタやカラー複写機などに適用される走査光学装置として、各色毎に独立した走査光学系を用いたものがある。このような走査光学装置の各走査光学系は、光源と、ポリゴンミラーと、複数の $f \theta$ レンズからなる $f \theta$ レンズ群とを備え、感光ドラムに光ビームを照射して露光するように構成されており、それぞれ露光、現像、転写の各プロセスが行なわれ、最後に定着装置により 4 色同時に定着して、カラー画像が記録紙に印画定着されるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した各色毎に独立した走査光学系を備えた走査光学装置では次のような問題がある。光源を構成する半導体レーザは、駆動されることで光ビームを出射する発光体を備えている。この発

光体は駆動されて光ビームを出射すると同時に発熱するが、発光体はそれ自身の温度が上昇すると出射する光ビームの波長が大きくなり、下降すると出射する光ビームの波長が小さくなる特性を有している。したがって、各走査光学系の半導体レーザが異なるタイミングで異なる時間駆動されると、各半導体レーザの発光体は互いに温度差が生じるため、各半導体レーザから出射される光ビームの波長は互いに異なってくる。一方、各走査光学系の $f \theta$ レンズ群は、同一波長の光ビームに対しては同一の光学的特性を有するように構成されているが、光ビームの波長が変化すれば、その光学的特性、すなわち主走査方向における走査倍率が変化する。したがって、各走査光学系において波長が異なる光ビームが $f \theta$ レンズ群に入射されると、各走査光学系において $f \theta$ レンズ群から出射され感光ドラムを走査する光ビームの間で走査方向の位置ずれが生じることによって記録紙に印画される画像に色ずれが発生する。本発明は前記事情に鑑み案出されたものであって、本発明の目的は、各走査光学系の光源の光ビームの波長変動に起因する光ビームの主走査方向の位置ずれを防止することができる走査光学装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、光ビームを出射する光源と、前記光源から導かれた前記光ビームを偏向走査するポリゴンミラーと、前記ポリゴンミラーによって偏向走査された前記光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f \theta$ レンズからなる $f \theta$ レンズ群とを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、前記各走査光学系は、前記 $f \theta$ レンズのうちの何れか1つに回折レンズ構造が設けられていることを特徴とする。そのため、各走査光学系の光源から出射された光ビームに波長変動が生じて互いに異なる波長となってもポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームが回折レンズ構造を通過することで $f \theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正が行なわれる。したがって、各走査光学系における光ビーム主走査方向への走査倍率の変化が抑制され、各被照射対象物間においてそれぞれの光ビームの主走査方向の位置ずれが生じることが防止される。

【0006】また、本発明は、光ビームを出射する光源と、前記光源から導かれた前記光ビームを偏向走査するポリゴンミラーと、前記ポリゴンミラーによって偏向走査された前記光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f \theta$ レンズからなる $f \theta$ レンズ群と、前記ポリゴンミラーの周囲および上方を覆い前記ポリゴンミラーにより偏向走査された前記光ビームが出射される箇所には光ビームの通過を可能とした光透過部材が取着されたカバーとを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、前記光透過部材に回折レンズ構造が設けられていることを特徴とする。そのため、各走査光学系の光源から出射された光ビームに波長変動が生じて互いに異なる波

長となってもポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームが回折レンズ構造を通過することで $f \theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正が行なわれる。したがって、各走査光学系における光ビーム主走査方向への走査倍率の変化が抑制され、各被照射対象物間においてそれぞれの光ビームの主走査方向の位置ずれが生じることが防止される。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、本実施の形態では、走査光学装置がカラープリンタに適用された場合について説明する。図1は本発明の第1の実施の形態の走査光学装置を正面から見た状態を示す断面図、図2は図1をAA線断面から見た状態を示す平面図、図3は図1をBB線断面から見た状態を示す平面図、図4は第1 $f \theta$ レンズを示す図であり、図4(A)は正面図、図4(B)は平面図、図4(C)は側面図である。

【0008】まず、走査光学装置の概略構成について説明する。走査光学装置10は、筐体1と、この筐体1内において水平方向に延在されたハウジング2と、このハウジング2の上部に配設された4つの走査光学系1000A乃至1000Dと、ハウジング2の下面と間隔をおいて配設された4つの感光ドラム20A、20B、20C、20D（特許請求の範囲の被照射対象物に相当）とを備えて構成されている。4つの感光ドラム20A、20B、20C、20Dは、互いに水平方向に間隔を置いて軸線が平行をなした状態で回転可能に設けられている。また、図1において、4つの感光ドラム20A、20B、20C、20Dは、これらの順で紙面右方から左方に互いに水平方向に間隔をおいて配設され、それぞれの軸線が平行をなした状態で回転可能に設けられている。各感光ドラム20A、20B、20C、20Dは、カラー画像を形成するために必要な互いに異なる色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）に対応して設けられており、これらイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックのトナーを記録紙に転写するように構成されている。

【0009】次に、走査光学系の概略構成について説明する。各走査光学系1000A乃至1000Dは同一の構成であるため、1つの走査光学系1000Aを代表としてその構成について説明する。走査光学系1000Aは、光源部100、シリンダレンズ200、ポリゴンミラー部300、第1 $f \theta$ レンズ400、第2 $f \theta$ レンズ500、第3 $f \theta$ レンズ600、ミラー700、水平同期用検知部800などから構成されている。第1 $f \theta$ レンズ400、第2 $f \theta$ レンズ500、第3 $f \theta$ レンズ600は、特許請求の範囲の $f \theta$ レンズ群に相当している。

【0010】次に、走査光学装置1000Aの概略動作について説明する。すなわち、光源部100からシリンダレンズ230を通過した光ビームLは、ポリゴンミラ

一部300によって主走査方向に走査される。走査された光ビームLは、第1f θ レンズ400、第2f θ レンズ500、ミラー700、第3f θ レンズ600を介して感光ドラム20A上に収束されて主走査方向に走査されるように構成されている。ポリゴンミラー部300によって走査された光ビームLは、水平同期用検知部800の受光センサ820に導かれ、この受光センサ820の受光信号に基いて主走査方向の書き始め位置のタイミングの同期が取られる。なお、光ビームLの主走査方向は、感光ドラム20Aの長さ方向に沿っており、この主走査方向と直交する走査方向が副走査方向となる。また、走査光学系1000B乃至1000Dについては、光ビームLが走査される対象が感光ドラム20B乃至20Dになる以外は上記と同様の動作である。

【0011】次に、走査光学系1000Aの各部の構成について詳細に説明する。光源部100は光ビームLを出射する半導体レーザ110と、この半導体レーザ110から出射される光ビームを平行光にするためのコリメータレンズ120と、各半導体レーザを駆動するための図略の半導体レーザ駆動回路とを備えて構成されている。

【0012】シリンダレンズ200は、ハウジング2の上面2Aに設けられた図示しない取付部材によって保持されており、光源部100から出射された平行光となった光ビームLを入射して光ビームLを水平方向（主走査方向）は収束せず、鉛直方向（副走査方向）にのみ収束してポリゴンミラー部300へ出射するように構成されている。そして、シリンダレンズ200の焦点位置、すなわち光ビームLが最も収束されて水平方向に延在する線像となる位置は、後述するポリゴンミラー320の反射面322の位置となるように設定されている。

【0013】ポリゴンミラー部300は、ハウジング2の上面2Aに取着されたモータ部310と、モータ部310の鉛直方向に向けられた回転軸312に取着されたポリゴンミラー320とを有している。ポリゴンミラー320は、平面から見て8個の反射面322が正八角形をなすように設けられており、各反射面322は水平面に対して直交している。そして、各反射面322にシリンダレンズ200から出射された光ビームLが入射するようになっている。図1において、モータ部310は、図略のモータ制御回路から入力される駆動信号によって等速で時計回転の方向に高速回転されるようになっており、これにより、光ビームLは、紙面上方から下方に向かう主走査方向に走査される。

【0014】第1f θ レンズ400は、後述する第2、第3f θ レンズ500、600と共にf θ レンズ群を構成しており、このf θ レンズ群はポリゴンミラー320によって主走査方向に走査される光ビームLを感光ドラム20A上に収束させる作用を果たす。第1f θ レンズ400は、ポリゴンミラー320によって走査された光

ビームLを入射するように構成されており、ハウジング2の上面2Aに図略の保持部材を介して取着されている。第1f θ レンズ400は、半導体レーザ110の光ビームLが入射される入射面410と、入射面410に入射された光ビームLがそれぞれ出射される出射面420を有している。第1f θ レンズ400は、光ビームLを主として鉛直方向（副走査方向）に収束させる作用を有し、水平方向（主走査方向）に収束させる作用も有している。ここで、第1f θ レンズ400による光ビームLを水平方向に収束させる作用は、鉛直方向に光ビームLを収束させる作用よりも弱くなるように構成されている。

【0015】そして、図4に示されているように、上記第1f θ レンズ400の入射面410、すなわちポリゴンミラー320側のレンズ面には、回折レンズ面であり、ベースカーブとなる回転対称な非球面上に屈折レンズ部分での倍率色収差を補正する作用を有するフレネルレンズ状の回折レンズ構造412が構成されている。すなわち、この回折レンズ構造412は、第1f θ レンズ400、第2f θ レンズ500、第3f θ レンズ600によって構成されるf θ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正を行う作用を有している。第1f θ レンズ400は、例えば、金型を用いてレンズと共に上記回折レンズ構造412が一体に形成された成形レンズから構成されている。

【0016】第2f θ レンズ500は、第1f θ レンズ400から出射された光ビームLが入射される入射面510と、この入射面510に入射された光ビームLが出射される出射面520とを有し、ハウジング2の上面2Aに図略の保持部材を介して取着されている。第2f θ レンズ500は、光ビームLを水平方向（主走査方向）にのみ収束させ、鉛直方向（副走査方向）には収束させない作用を有している。

【0017】ミラー700は、第2f θ レンズ500から出射された光ビームLを次述する第3f θ レンズ600に導くように光ビームLの主走査方向にわたって延在して設けられており、図略の保持部材を介してハウジング2の上面2Aに取着されている。

【0018】ハウジング2の感光ドラム20Aの上部に臨む箇所には、感光ドラム20Aの軸線に沿って下方に突出する凹部21が形成されている。そして、凹部21の底部22には、感光ドラム20Aの軸線と平行に、すなわち光ビームLの主走査方向にわたって延在する図略の開口が貫通して設けられている。この開口の上面側の周縁部には図略の保持部材が取着され、保持部材によって第3f θ レンズ600が保持されている。すなわち、第3f θ レンズ600は光ビームLに対応した箇所まで光ビームLの主走査方向にわたって延在している。そして、第3f θ レンズ600は、光ビームLが入射される入射面610と、これら入射面610に入射された光ビ

ーム L が出射される出射面 620 とを有している。

【0019】第 1、第 3 f θ レンズ 400、600 の作用により光ビーム L を主に副走査方向に収束させ、第 2 f θ レンズ 500 の作用により光ビーム L を主走査方向に収束させている。この結果、ポリゴンミラー 320 の反射面 322 の位置で水平方向に延在する線像となった光ビーム L は、この反射面 322 によって偏向走査された後、上記第 1 乃至第 3 f θ レンズ 400、500、600 の作用によって感光ドラム 20A の面の位置で主走査方向および副走査方向の両方向に収束され点像となるようになっている。

【0020】水平同期検知部 800 は、ミラー 810、受光センサ 820、および図略の単一の制御回路などを有して構成されている。ミラー 810 は、感光ドラムのビーム主走査方向において、画像形成に寄与する走査範囲から外れた手前の所定位置に配設され、この所定位置に到達した 4 本の光ビーム L のうちの 1 本の光ビーム L を入射して受光センサ 820 へ反射させるようにハウジング 2 の上面 2A に取付部材 812 によって取着されている。受光センサ 820 は、第 2 f θ レンズ 500 を通

過する光ビーム L のうちミラー 810 によって導かれた画像形成に寄与しない走査範囲の光ビーム L を入射するようにハウジング 2 の上面 2A に図示しない取付部材によって取着されている。

【0021】そして、図略の制御回路は、各走査光学系 1000A 乃至 1000D の受光センサ 820 から入力される受光信号に基いて各走査光学系 1000A 乃至 1000D の光源部 100 の半導体レーザ 110 の駆動信号を制御することで、各感光ドラム 20A 乃至 20D に対する光ビーム L の主走査方向への書き込み開始位置の同期が取られるようになっている。上記制御回路による半導体レーザ 110 の駆動信号の制御は、上記制御回路が各半導体レーザ 110 の半導体レーザ駆動回路を制御することによって行なわれるようになっている。

【0022】また、図 1、図 2 に示されているように、走査光学系 1000A、1000C は、ハウジング 2 の上面 2A 上に水平方向に間隔をおいて配設され、それぞれ感光ドラム 20A、20C に対して光ビーム L を収束して走査するように構成されている。図 1、図 3 に示されているように、走査光学系 1000B、1000D は、ハウジング 2 の上方において水平方向に延在する別のハウジング 4 の上面 4A 上に水平方向に間隔をおいて配設され、それぞれ感光ドラム 20B、20D に対して光ビーム L を収束して走査するように構成されている。

【0023】また、図 2 において、走査光学系 1000A、1000C におけるポリゴンミラー 320 の回転方向は時計方向であり、図 3 において、走査光学系 1000B、1000D におけるポリゴンミラー 320 の回転方向は反時計方向である。

【0024】以上詳述したように走査光学系 1000A

が構成されており、他の走査光学系 1000B 乃至 1000D についても上記走査光学系 1000A と同様の構成を有している。

【0025】次に、上述のように構成された走査光学装置 10 の作用効果について説明する。各走査光学系 1000A 乃至 1000D の発光部 100 の半導体レーザ 110 から出射された光ビーム L は、水平方向に延在する光路に沿ってシリンダレンズ 230 に入射して副走査方向（鉛直方向）にのみ収束され、モータ部 310 によって高速回転されているポリゴンミラー 320 の各反射面 322 に到達する。

【0026】各走査光学系 1000A 乃至 1000D のポリゴンミラー 320 が高速回転することで各反射面 322 によって偏向走査されて走査された光ビーム L は、第 1 f θ レンズ 400 の入射面 410 に構成された回折レンズ構造 412 に入射され、出射面 420 から出射される。なお、図 1 乃至図 3 において、各走査光学系 1000A 乃至 1000D における各光ビーム L を区別するため、それぞれの光ビームの符号を LA 乃至 LD として示している。各走査光学系 1000A 乃至 1000D の第 1 f θ レンズ 400 の回折レンズ構造 412 に入射された光ビーム L は、上記回折レンズ構造 412 の作用によって f θ レンズ群による主走査方向の倍率色収差が補正されると共に、第 1 f θ レンズ 400 の作用によって主に鉛直方向（副走査方向）に収束されて第 2 f θ レンズ 500 の入射面 510 に入射され、出射面 520 から出射される。光ビーム L は、第 2 f θ レンズ 500 の作用によってそれぞれ水平方向（主走査方向）にのみ収束されて出射される。

【0027】第 2 f θ レンズ 500 の出射面 520 から出射された光ビーム L は、ミラー 700 によって下方に屈曲され第 3 f θ レンズ 600 の入射面 610 に入射され、出射面 620 から出射される。この際、光ビーム L は主に副走査方向に収束されてそれぞれの走査光学系 1000A 乃至 1000D に対応する感光ドラム 20A 乃至 20D 上に点像として収束された状態で主走査方向に走査される。

【0028】また、各走査光学系 1000A 乃至 1000D において、第 2 f θ レンズ 500 を通過する光ビーム L のうち画像形成に寄与しない走査範囲の光ビーム L は、ミラー 810 によって受光センサ 820 に導かれ、この受光センサ 820 から出力される受光信号に基いて制御回路が半導体レーザ 110 の駆動信号を制御することで、感光ドラム 20A 乃至 20D に対する主走査方向への書き込み開始位置の水平方向の同期が取られる。

【0029】上記構成によれば、各走査光学系 1000A 乃至 1000D において、ポリゴンミラー 320 によって偏向走査された光ビーム L は、第 1 f θ レンズ 400 の入射面 410 に設けられた回折レンズ構造 412 によって f θ レンズ群による主走査方向の倍率色収差が補

正される。したがって、各走査光学系 1000A 乃至 1000D の光源部 100 の半導体レーザ 110 の間で波長変動が生じ、波長が異なる値となったとしても、 $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差が補正されるため、主走査方向への走査倍率の変化が抑制され、各感光ドラム 20A 乃至 20D において主走査方向の位置ずれが生じることが防止される。したがって、従来と違って、各感光ドラム上を走査する光ビーム L 間で主走査方向の位置ずれが発生しないから、各感光ドラムによって記録紙に印画される画像に色ずれが発生することが防止される。

【0030】また、本第 1 の実施の形態では、第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410 に回折レンズ構造 412 を設けたが、回折レンズ構造を設ける箇所はこれに限定されるものではなく例えば次の箇所に設けることも可能である。すなわち、回折レンズ構造を設ける箇所は、第 1 $f\theta$ レンズ 400 の出射面 420、第 2 $f\theta$ レンズ 500 の入射面 510 または出射面 520、第 3 $f\theta$ レンズ 600 の入射面 610 または出射面 620 の何れか 1 箇所に設けることができる。なお、回折レンズ構造の配設される箇所は、 $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正を効果的に行うために光ビーム L の主走査方向の収束が行なわれる前の箇所が好ましい。したがって、回折レンズ構造が設けられる箇所は、ポリゴンミラー 320 から偏向走査される光ビーム L の光路上でポリゴンミラー 320 により近い箇所が好ましいことになる。すなわち、 $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正を行う上で回折レンズ構造が配設される位置として好ましい順番は、第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410、出射面 420、第 2 $f\theta$ レンズ 500 の入射面 510、出射面 520、第 3 $f\theta$ レンズ 600 の入射面 610、出射面 620 の順となる。また、次に述べる第 2 の実施の形態に示すように、回折レンズ構造は、上述した第 1 乃至第 3 $f\theta$ レンズ以外の箇所に設けることも可能である。

【0031】図 5 は本発明の第 2 の実施の形態の走査光学装置におけるポリゴンミラー部の構成を示す説明図、図 6 は第 2 の実施の形態の走査光学装置における光透過部材を示す図であり、図 6 (A) は正面図、図 6 (B) は側面図である。図 5 に示した例では、図 1 の走査光学系 1000B または 1000D に相当するポリゴンミラー部が示されているが、他の走査光学系 1000A、1000C についても同様の構成となっている。この第 2 の実施の形態が第 1 の実施の形態と異なるのは、ポリゴンミラー部 300A にポリゴンミラー 320 の周囲および上方を覆うカバー 330 が設けられている点である。カバー 330 は、円板状の上壁 332 と、上壁の周縁部から下方に接続された円筒状の側壁 334 と、側壁 334 の下縁部から外方に延出された円環板状の下壁 336 とを備えている。そして、下壁 336 はその下面がハウ

ジング 4 の上面 4A に取着されている。これら上壁 332、側壁 334 とポリゴンミラー 320 との間には間隔が設けられている。

【0032】なお、カバー 330 の作用は次のとおりである。すなわち、ポリゴンミラー 320 が高速回転することで騒音と空気流が発生して塵埃がポリゴンミラー 320 の近傍に引き込まれ、その塵埃がポリゴンミラー 320 の反射面 322 に付着して反射面 322 の正常な反射を妨げるおそれがある。そこで、カバー 330 によってポリゴンミラー 320 の周囲および上方を覆うことで、ポリゴンミラー 320 の高速回転による騒音と空気流による塵埃の引き込みを防止している。

【0033】カバー 330 の側壁 334 のうち、光源部 100 の半導体レーザ 120 と第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410 に臨む箇所には側壁 334 の厚さ方向に貫通された開口からなる窓部 334A が形成されている。そして、光源部 100 の半導体レーザ 120 から窓部 334A を通過して光ビーム L がポリゴンミラー 320 に入射され、このポリゴンミラー 320 で偏向走査された光ビーム L が窓部 334A を通過して第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410 に至るように構成されている。

【0034】上記窓部 334A には、光ビーム L の通過を可能とした光透過部材 340 が取着されている。図 6 に示されているように、光透過部材 340 は、ポリゴンミラー 320 に臨む第 1 面 342 と、第 1 面 342 に対向する第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410 に臨む第 2 面 344 とを有している。上記光透過部材 340 の第 1 面 342 に回折レンズ構造 342A が構成されている。一方、第 1 乃至第 3 $f\theta$ レンズには回折レンズ構造が設けられていない。

【0035】したがって、この第 2 の実施の形態においても、光透過部材 340 に構成されている回折レンズ構造 342A の作用によって、 $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正が行なわれ、前述した第 1 の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、第 2 の実施の形態では、第 1 $f\theta$ レンズ 400 の入射面 410 よりもさらにポリゴンミラー 320 に近い箇所に回折レンズ構造が構成されているため、 $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正を効果的に行うことができる。なお、回折レンズ構造は、上記光透過部材 340 の第 2 面 344 に構成してもよいことはもちろんである。

【0036】なお、上述した第 1、第 2 の実施の形態では、4 つの走査光学系 1000A 乃至 1000D の光源部 100 の半導体レーザ 110 を 4 色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）に対応させ、それぞれの半導体レーザ 110 から出射される光ビーム L を上記 4 色に対応して設けた感光ドラム 20A 乃至 20D に照射させる構成としたが、走査光学系が 4 つである構成に限定されるものではなく、例えば走査光学系が 3 つある構成で

あっても適用可能であることはもちろんである。また、上述した第1、第2の実施の形態では、 $f\theta$ レンズ群を第1乃至第3 $f\theta$ レンズの3枚の $f\theta$ レンズで構成し、第1 $f\theta$ レンズが主に副走査方向の収束を行い、第2 $f\theta$ レンズが主走査方向の収束のみを行い、第3 $f\theta$ レンズが副走査方向の収束のみを行う構成とした。しかしながら、本発明の $f\theta$ レンズ群の構成は上記限定されない。例えば、第1、第2、第3 $f\theta$ レンズによる光ビーム収束方向は上記実施の形態で例示された組み合わせに限定されない。例えば第2、第3 $f\theta$ レンズが主走査方向および副走査方向の両方向の収束を行うように構成されていてもよい。また、 $f\theta$ レンズ群を構成する $f\theta$ レンズの構成は3枚構成に限定されない。

【0037】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明は、光源と、ポリゴンミラーと、ポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f\theta$ レンズからなる $f\theta$ レンズ群とを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、各走査光学系は、前記 $f\theta$ レンズのうちの何れか1つに回折レンズ構造が設けられている構成とした。そのため、各走査光学系の光源から出射された光ビームに波長変動が生じて互いに異なる波長となってもポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームが回折レンズ構造を通過することで $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正が行なわれる。したがって、各走査光学系における光ビーム主走査方向への走査倍率の変化が抑制され、各被照射対象物間においてそれぞれの光ビームの主走査方向の位置ずれが生じることが防止される。

【0038】また、本発明は、光源と、ポリゴンミラーと、ポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームを被照射対象物に収束させる複数の $f\theta$ レンズからなる $f\theta$ レンズ群と、ポリゴンミラーの周囲および上方を覆いポリゴンミラーにより偏向走査される光ビームが通過する箇所には光ビームの通過を可能とした光透過部材が装着されたカバーとを有する走査光学系を複数備える走査光学装置において、光透過部材に回折レンズ構造が設けられている構成とした。そのため、各走査光学系の光源

から出射された光ビームに波長変動が生じて互いに異なる波長となってもポリゴンミラーによって偏向走査された光ビームが回折レンズ構造を通過することで $f\theta$ レンズ群による主走査方向の倍率色収差の補正が行なわれる。したがって、各走査光学系における光ビーム主走査方向への走査倍率の変化が抑制され、各被照射対象物間においてそれぞれの光ビームの主走査方向の位置ずれが生じることが防止される。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第1の実施の形態の走査光学装置を正面から見た状態を示す断面図である。

【図2】図1をAA線断面から見た状態を示す平面図である。

【図3】図1をBB線断面から見た状態を示す平面図である。

【図4】第1 $f\theta$ レンズを示す図であり、図4(A)は正面図、図4(B)は平面図、図4(C)は側面図である。

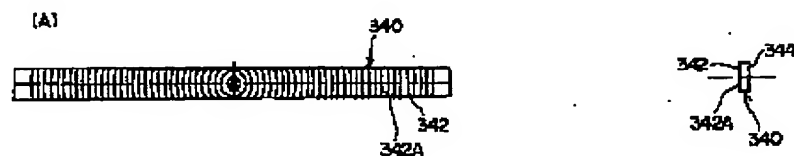
20 【図5】本発明の第2の実施の形態の走査光学装置におけるポリゴンミラー部の構成を示す説明図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態の走査光学装置における光透過部材を示す図であり、図6(A)は正面図、図6(B)は側面図である。

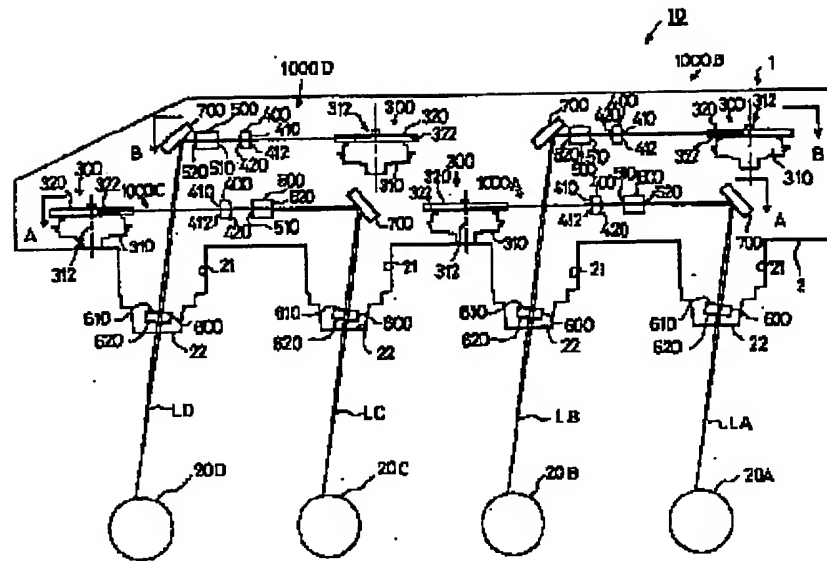
【符号の説明】

- 10 走査光学装置
- 1000A乃至1000D 走査光学系
- 100 光源部
- 110 半導体レーザ
- 300、300A ポリゴンミラー部
- 320 ポリゴンミラー
- 330 カバー
- 340 光透過部材
- 342A 回折レンズ構造
- 400 第1 $f\theta$ レンズ
- 412 回折レンズ構造
- 500 第2 $f\theta$ レンズ
- 600 第3 $f\theta$ レンズ

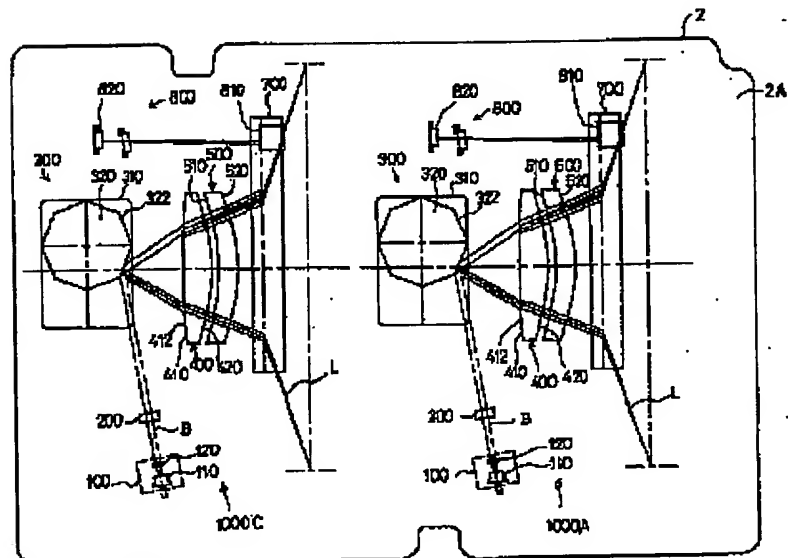
【図6】



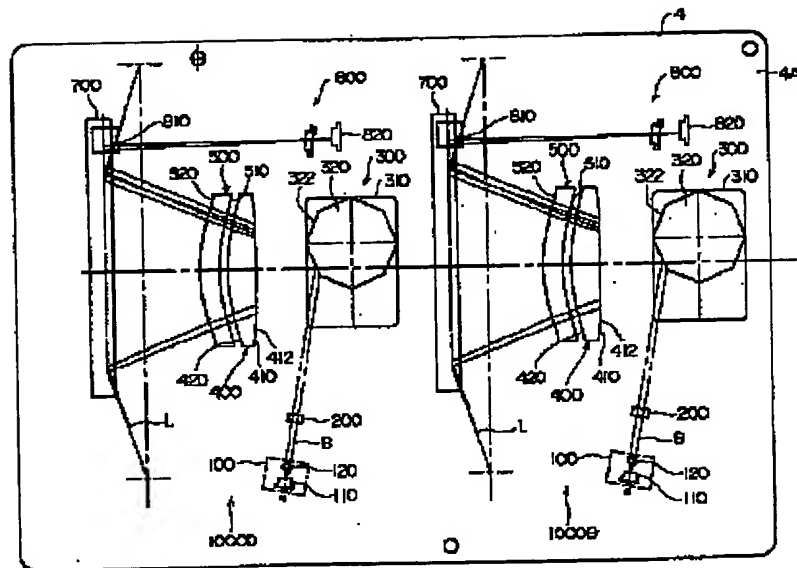
【図 1】



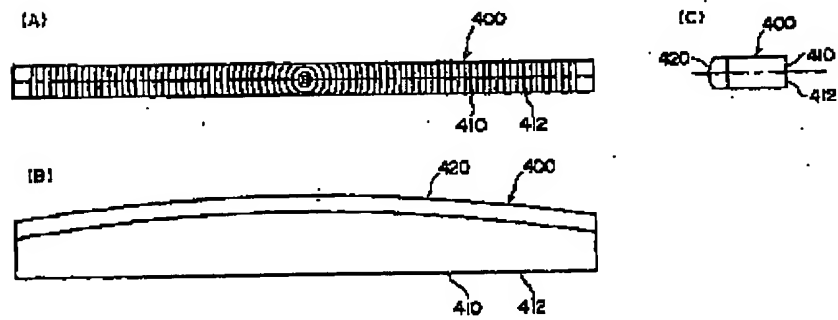
【図 2】



【図 3】



【図 4】



This cross-sectional view shows a semiconductor device. A gate stack, labeled 300A, is positioned on a substrate 4. The gate stack includes a gate dielectric layer 330 and a gate conductive layer 332. A trench 340 is formed in the gate conductive layer 332, exposing the gate dielectric layer 330. A conductive layer 342 is deposited in the trench 340, with a portion 342A remaining on the gate dielectric layer 330 after the conductive layer 342 is etched from the trench. A channel region 310 is formed in the substrate 4, and a gate contact 312 is formed in the gate conductive layer 332. A source/drain region 320 is formed in the substrate 4, and a source/drain contact 322 is formed in the gate conductive layer 332. A source/drain contact 336 is also formed in the gate conductive layer 332. A conductive layer 344 is formed on the gate dielectric layer 330. A conductive layer 4A is formed on the substrate 4.

(72) 発明者 西山 政孝
東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号 旭光
学工業株式会社内

(72) 発明者 小田野 民則
東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号 旭光
学工業株式会社内

(72) 発明者 三ヶ尻 晋
東京都板橋区前野町 2 丁目 36 番 9 号 旭光
学工業株式会社内

F ターム (参考) 2C362 AA03 BA51 BA52 BA86 BB14
CA22 CA39
2H045 AA01 AA33 BA24 CA34 CA54
CA63 CA82 CA92 CA98 CB41
DA02 DA04 DA41

SCANNING OPTICAL DEVICE

Japanese Unexamined Patent No. 2001-33721

Laid-open on: February 9, 2001

Application No. Hei-11-205371

Filed on: July 19, 1999

Inventor: Yoshihiro HAMA

Yasushi SUZUKI, et al.

Applicant: ASAHI KOGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] Scanning Optical Device

[ABSTRACT]

[Theme] To provide a scanning optical device, with which, for a light beam of a light source of each scanning optical system, the positional deviation of the light beam in the main scan direction that is due to wavelength fluctuation of the light beam is prevented.

[Solution Means] A first $f\theta$ lens 400 makes up an $f\theta$ lens group along with second and third $f\theta$ lenses 500 and 600, and this $f\theta$ lens group converges a light beam B, which is scanned in the main scan direction by a polygon mirror 320, onto a

photoconductor drum 20A. The incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400 is a diffraction lens surface, and a Fresnel-lens-like diffraction lens structure 412, which provides the action of correcting the chromatic aberration of magnification due to refractive lens parts, is arranged on a rotationally-symmetric, aspherical surface that serves as a base curve. Diffraction lens structure 412 provides the action of correcting the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group.

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1] A scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn:

a light source, emitting a light beam;

a polygon mirror, deflecting and scanning said light beam that is guided from said light source; and

an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge said light beam that has been deflected and scanned by said polygon mirror onto an illuminated object; wherein with each of said scanning optical systems, at least one of said $f\theta$ lenses is provided with a diffraction lens structure.

[Claim 2] The scanning optical device according to Claim 1, wherein said $f\theta$ lens group comprises first, second, and third

$f\theta$ lenses, said first, second, and third $f\theta$ lenses are arranged to transmit said light beam in said order, said first $f\theta$ lens is said $f\theta$ lens provided with said diffraction lens structure, and said diffraction lens structure is provided on the incidence surface or exit surface of said first $f\theta$ lens.

[Claim 3] The scanning optical device according to Claim 2, wherein said first $f\theta$ lens is arranged to mainly perform converging of said light beam in a subscan direction that is orthogonal to the main scan direction.

[Claim 4] The scanning optical device according to Claim 1, wherein said $f\theta$ lens group comprises first, second, and third $f\theta$ lenses, said first, second, and third $f\theta$ lenses are arranged to transmit said light beam in said order, said second $f\theta$ lens is said $f\theta$ lens provided with said diffraction lens structure, and said diffraction lens structure is provided on the incidence surface or exit surface of said second $f\theta$ lens.

[Claim 5] The scanning optical device according to Claim 4, wherein said second $f\theta$ lens is arranged to perform only the converging of the light beam in the main scan direction.

[Claim 6] The scanning optical device according to Claim 1, wherein said $f\theta$ lens group comprises first, second, and third $f\theta$ lenses, said first, second, and third $f\theta$ lenses are arranged to transmit said light beam in said order, said third $f\theta$ lens

is said $f\theta$ lens provided with said diffraction lens structure, and said diffraction lens structure is provided on the incidence surface or exit surface of said third $f\theta$ lens.

[Claim 7] The scanning optical device according to Claim 6, wherein said third $f\theta$ lens is arranged to mainly perform converging of the light beam in a subscan direction that is orthogonal to said main scan direction.

[Claim 8] The scanning optical device according to Claim 1, wherein said $f\theta$ lens provided with said diffraction lens structure is a molded lens, with which a lens and a diffraction lens structure are formed integrally by the use of a mold.

[Claim 9] A scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn:

a light source, emitting a light beam;

a polygon mirror, deflecting and scanning said light beam that is guided from said light source;

an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge said light beam that has been deflected and scanned by said polygon mirror onto an illuminated object; and

a cover, covering the periphery and upper part of said polygon mirror and having a light transmitting member, which allows passage of the light beam, mounted at a location from which said light beam that has been deflected and scanned by said

polygon mirror is emitted; wherein
said light transmitting member is provided with a diffraction
lens structure.

[Claim 10] The scanning optical device as set forth in any of
Claims 1 through 9, wherein four of said scanning optical systems
are provided in correspondence to yellow, magenta, cyan, and
black, said illuminated objects are photoconductor drums
provided in correspondence to said yellow, magenta, cyan, and
black, and the main scan direction of said light beam is the
length direction of each of said photoconductor drums.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] This invention concerns a scanning
optical device equipped with a plurality of scanning optical
systems, each of which scans a light beam on a photoconductor
drum or other illuminated object.

[0002]

[Prior Arts] A scanning optical device, which is applied to
a monochromatic laser printer, etc., is equipped with a
semiconductor laser that is made to emit light by means of a
pixel signal, and the laser beam (referred to hereinafter as
"light beam") that is output from this semiconductor laser is
converted into parallel light by a collimator lens and then

scanned and deflected in a horizontal direction by a polygon mirror, and this light beam is then refracted, converged, and made incident on the surface of the photoconductor drum by means of an $f\theta$ lens to expose the photoconductor drum surface in accordance with the strength of the pixel signal. After then developing this exposed image using a toner, the toner image is transferred and fixed onto a recording paper to thereby print and fix the image information onto the recording paper.

[0003] Also, as an optical scanning device that is applied to a color printer or color copier, etc., which prints a color image by transfer of toner images corresponding to the respective colors of yellow, magenta, cyan, and black onto a recording paper, there is an arrangement with which an independent scanning optical system is used according to each color. Each of the scanning optical systems of such a scanning optical device comprises a light source, a polygon mirror, an $f\theta$ lens group, comprising in turn a plurality of $f\theta$ lenses, and is arranged to illuminate a light beam onto a photoconductor drum for exposure. The respective processes of exposure, development, and transfer are performed, and by performing the fixing of the four colors simultaneously by a fixing device in the last step, a color image is printed and fixed onto a recording paper.

[0004]

[Problem to be Solved by the Invention] The above-described scanning optical device, with which a scanning optical system is provided independently for each color, has the following problem. That is, the semiconductor laser, which makes up the light source, is equipped with a light emitting body that emits a light beam when driven. When this light emitting body is driven to emit a light beam, it generates heat at the same time, and this light emitting body has the characteristic that the wavelength of the emitted light beam increases as the temperature of the light emitting body itself rises and the wavelength of the emitted light beam decreases as the temperature of the light emitting body itself drops. Thus when the semiconductor lasers of the respective scanning optical systems are driven for different durations at different timings, temperature differences arise among the light emitting bodies of the respective semiconductor lasers, and the light beams that are emitted from the respective semiconductor lasers come to differ from each other in wavelength. Meanwhile, though the $f\theta$ lens group of each scanning optical system is arranged to exhibit the same optical characteristics for light beams of the same wavelength, when the wavelengths of light beams vary, the optical characteristics, that is, the scanning magnifications in the main scan direction vary. Thus when light beams that differ

in wavelength are made incident on the $f\theta$ lens groups of the respective scanning optical systems, positional deviations in the scanning direction occur among the light beams that are emitted from the $f\theta$ lens groups of the respective scanning optical systems and made to scan the photoconductor drums, and this gives rise to color drift in the image that is printed on the recording paper. The present invention has been made in view of these circumstances, and an object of this invention is to provide a scanning optical device, with which the positional deviations of the light beams in the main scan direction that are due to wavelength fluctuation of the light beams of the light sources of the respective scanning optical systems are prevented.

[0005]

[Means for Solving Problems] This invention provides in a scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn: a light source, emitting a light beam; a polygon mirror, deflecting and scanning the abovementioned light beam that is guided from the abovementioned light source; and an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge the abovementioned light beam that has been deflected and scanned by the abovementioned polygon mirror onto an illuminated object;

a scanning optical device characterized in that with each of the abovementioned scanning optical systems, at least one of the abovementioned $f\theta$ lenses is provided with a diffraction lens structure. Thus even if wavelength fluctuations occur in the light beams emitted from the light sources of the respective scanning optical systems and the light beams come to differ mutually in wavelength, the chromatic aberrations of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens groups are corrected by the passage of the light beams, which have been deflected and scanned by the polygon mirrors, through the diffraction lens structures. Variations of the scanning magnification in the main scan direction of the light beams of the respective scanning optical systems are thus restrained, thereby preventing the occurrence of positional deviations in the main scan direction of the respective light beams among the respective illuminated objects.

[0006] This invention also provides in a scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn: a light source, emitting a light beam; a polygon mirror, deflecting and scanning the abovementioned light beam that is guided from the abovementioned light source; an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge the abovementioned light beam that has been

deflected and scanned by the abovementioned polygon mirror onto an illuminated object; and a cover, covering the periphery and upper part of the abovementioned polygon mirror and having a light transmitting member, which allows passage of the light beam, mounted at a location from which the abovementioned light beam that has been deflected and scanned by the abovementioned polygon mirror is emitted; a scanning optical device characterized in that the abovementioned light transmitting member is provided with a diffraction lens structure. Thus even if wavelength fluctuations occur in the light beams emitted from the light sources of the respective scanning optical systems and the light beams come to differ mutually in wavelength, the chromatic aberrations of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens groups are corrected by the passage of the light beams, which have been deflected and scanned by the polygon mirrors, through the diffraction lens structures. Variations of the scanning magnification in the main scan direction of the light beams of the respective scanning optical systems are thus restrained, thereby preventing the occurrence of positional deviations in the main scan direction of the respective light beams among the respective illuminated objects.

[0007]

[Preferred Embodiments of the Invention]

Embodiments of this invention shall now be described with reference to the drawings. Cases in which a scanning optical device is applied to a color printer shall be described with the embodiments. Fig. 1 is a sectional view, showing the condition of a scanning optical device of a first embodiment of this invention as viewed from the front, Fig. 2 is a plan view, as viewed from the section along line A-A of Fig. 1, Fig. 3 is a plan view, as viewed from the section along line B-B of Fig. 1, and Fig. 4 shows diagrams showing a first f θ lens, with Fig. 4(A) being a front view, Fig. 4(B) being a plan view, and Fig. 4(C) being a side view.

[0008] First, the general arrangement of the scanning optical device shall be described. Scanning optical device 10 is equipped with a case 1, a housing 2, which extends in the horizontal direction inside case 1, four scanning optical systems 1000A to 1000D, disposed at an upper part of housing 2, and four photoconductor drums 20A, 20B, 20C, and 20D (each corresponding to the illuminated object in the Claims), disposed at an interval from the lower face of housing 2. The four photoconductor drums 20A, 20B, 20C, and 20D are disposed in a rotatable manner with their axial lines parallel and being spaced with respect to each other in the horizontal direction. In Fig. 1, the four

photoconductor drums 20A, 20B, 20C, and 20D are disposed in that order from the right to left side of the paper in a mutually spaced manner in the horizontal direction and are disposed rotatably with the respective axial lines being parallel. The respective photoconductor drums 20A, 20B, 20C, and 20D are provided in correspondence to mutually different colors (yellow, magenta, cyan, and black) that are necessary for forming color images and are arranged to transfer toners of yellow, magenta, cyan, and black onto recording paper.

[0009] The general arrangement of a scanning optical system shall now be described. Since the respective scanning optical systems 1000A to 1000D are the same in arrangement, the arrangement of a single scanning optical system 1000A shall be described as a representative. Scanning optical system 1000A comprises a light source unit 100, a cylinder lens 200, a polygon mirror unit 300, a first $f\theta$ lens 400, a second $f\theta$ lens 500, third $f\theta$ lens 600, a mirror 700, a horizontal synchronization detection unit 800, etc. First $f\theta$ lens 400, second $f\theta$ lens 500, and third $f\theta$ lens 600 correspond to being the $f\theta$ lens group of the Claims.

[0010] The general operations of scanning optical device 1000A shall now be described. That is, a light beam L that has passed through cylinder lens 230 from light source unit 100 is scanned

in the main scan direction by polygon mirror unit 300. The scanned light beam L is converged onto and scanned in the main scan direction across photoconductor drum 20A via first f θ lens 400, second f θ lens 500, mirror 700, and third f θ lens 600. The light beam L that is scanned by polygon mirror unit 300 is guided to a light receiving sensor 820 of horizontal synchronization detection unit 800, and based on the light receiving signal of this light receiving sensor 820, the timing concerning the position of the start of writing in the main scan direction is synchronized. The main scan direction of light beam L lies along the length direction of photoconductor drum 20A, and the scan direction that is orthogonal to this main scan direction is the subscan direction. For scanning optical systems 1000B to 1000D, the operations are the same as those described above with the exception that the objects that are scanned are photoconductor drums 20B to 20D.

[0011] The arrangements of the respective parts of scanning optical system 1000A shall now be described in detail. Light source unit 100 is equipped with a semiconductor laser 110, which emits light beam L, collimator lens 120, for making the light beam emitted from this semiconductor laser 110 a parallel beam, and an unillustrated semiconductor laser driving circuit for driving each semiconductor laser.

[0012] Cylinder lens 200 is held by an unillustrated mounting member provided on the upper face 2A of housing 2 and is arranged so that light beam L, which has been emitted from and made into a parallel light by light source unit 100, will be incident thereon and so as to emit light beam L to polygon mirror unit 300 upon converging it not in the horizontal direction (main scan direction) but only in the vertical direction (subscan direction). The position of the focal point of cylinder lens 200, that is, the position, at which light beam L is converged the most and becomes a line image that extends in the horizontal direction, is set to be the position of a reflecting surface 322 of polygon mirror 320 to be described below.

[0013] Polygon mirror unit 300 has a motor unit 310, which is mounted to upper face 2A of housing 2, and a polygon mirror 320, which is mounted to a rotating shaft 312 that is directed in the vertical direction of motor unit 310. Polygon mirror 320 is arranged with eight reflecting surfaces 322 that form a regular octagon in plan view, and each reflecting surface 322 is orthogonal to the horizontal plane. Light beam L, which has been emitted from cylinder lens 200, is made incident on each reflecting surface 322. In Fig. 1, motor unit 310 is arranged to undergo high speed rotation in the clockwise rotation direction at uniform speed in accordance with a drive signal

input from an unillustrated motor control circuit, and light beam L is thereby scanned in the main scan direction that is directed from above the paper surface to below the paper surface.

[0014] First f θ lens 400 makes up an f θ lens group along with second and third f θ lenses 500 and 600 to be described later, and this f θ lens group provides the action of converging light beam L, which is scanned in the main scan direction by polygon mirror 320, onto photoconductor drum 20A. First f θ lens 400 is arranged so that light beam L, which has been scanned by polygon mirror 320, will be incident thereon and is mounted by an unillustrated holding member onto upper face 2A of housing 2. First f θ lens 400 has an incidence surface 410, onto which light beam L of semiconductor laser 110 is made incident, and an exit surface 420, from which each light beam L that has been made incident on incidence surface 410 exits. First f θ lens 400 provides the action of converging light beam L mainly in the vertical direction (subscan direction) and also provides the action of converging light beam L in the horizontal direction (main scan direction). Here, first f θ lens 400 is arranged so that its action of converging light beam L in the horizontal direction is weaker than its action of converging light beam L in the vertical direction.

[0015] As shown in Fig. 4, the incidence surface 410, that is,

the lens surface at the polygon mirror 320 side of the abovementioned first $f\theta$ lens 400 is a diffraction lens surface with which a Fresnel-lens-like diffraction lens structure 412, which provides the action of correcting for the chromatic aberration of magnification due to refractive lens parts, is arranged on a rotationally-symmetric, aspherical surface that serves as a base curve. That is, this diffraction lens structure 412 provides the action of correcting the chromatic aberration of magnification due to the $f\theta$ lens group comprising first $f\theta$ lens 400, second $f\theta$ lens 500, and third $f\theta$ lens 600. First $f\theta$ lens 400 is arranged, for example, from a molded lens, with which the abovementioned diffraction lens structure 412 is formed integral to the lens by the use of a mold.

[0016] Second $f\theta$ lens 500 has an incidence surface 510, onto which the light beam L that has been emitted from first $f\theta$ lens 400 is made incident, and an exit surface 520, from which the light beam L that has been made incident on incidence surface 510 exits, and is mounted by an unillustrated holding member onto upper face 2A of housing 2. Second $f\theta$ lens 500 provides the action of converging light beam L only in the horizontal direction (main scan direction) and not converging light beam L in the vertical direction (subscan direction).

[0017] Mirror 700 extends along the main scan direction of light

beam L so as to guide light beam L, which has been emitted from second f θ lens 500, to third f θ lens 600 and is mounted by an unillustrated holding member onto upper face 2A of housing 2.

[0018] At a location of housing 2 that faces the upper part of photoconductor drum 20A is formed an indented part 21 that protrudes downward and along the axial line of photoconductor drum 20A. An unillustrated opening, which extends parallel to the axial line of photoconductor drum 20A, that is, along the main scan direction of light beam L, is opened at a bottom part 22 of indented part 21. An unillustrated holding member is mounted to an upper peripheral edge part of this opening and third f θ lens 600 is held by this holding member. Third f θ lens 600 thus extends along the main scan direction of light beam L at a location corresponding to light beam L. Third f θ lens 600 has an incidence surface 610, onto which light beam L is made incident, and an exit surface 620, from which light beams L, which have been made incident on incidence surface 610, exit.

[0019] Light beam L is mainly converged in the subscan direction by the actions of first and third f θ lenses 400 and 600 and light beam L is converged in the main scan direction by the action of second f θ lens 500. Thus light beam L, which is made a line image that extends in the horizontal direction at the position of reflecting surface 322 of polygon mirror 320 and

is deflected and scanned by reflecting surface 322, is thereafter converged in both the main scan direction and subscan direction and made into a point image at a position on the surface of photoconductor drum 20A by the actions of the above-described first to third $f\theta$ lenses 400, 500, and 600.

[0020] Horizontal synchronization detection unit 800 is arranged with a mirror 810, light receiving sensor 820, an unillustrated, single control circuit, etc. Mirror 810 is disposed at a predetermined proximal position located in the main beam scan direction of the photoconductor drum but away from the scan range that contributes to image formation, and is mounted by a mounting member 812 to upper face 2A of housing 2 so that a single light beam L, among four light beams L that have reached the abovementioned position, will be incident thereon and so as to reflect this light beam L to light receiving sensor 820. Light receiving sensor 820 is mounted by an unillustrated mounting member to upper face 2A of housing 2 so that a light beam L, which, of the light beam L that is transmitted through second $f\theta$ lens 500, is guided by mirror 810 and is of a scan range that does not contribute to image formation, will be incident thereon.

[0021] The unillustrated control circuit controls the drive signals of semiconductor lasers 110 of light source units 100

of the respective scanning optical systems 1000A to 1000D based on the light receiving signals input from the light receiving sensors 820 of the respective scanning optical systems 1000A to 1000D to achieve synchronization in regard to the positions of start of writing in the main scan direction of light beams L with respect to the respective photoconductor drums 20A to 20D. The control of the drive signals of the semiconductor lasers 110 by the abovementioned control circuit is achieved by the abovementioned control circuit controlling the semiconductor laser driving circuits of the respective semiconductor lasers 110.

[0022] Also, as shown in Fig. 1 and Fig. 2, scanning optical systems 1000A and 1000C are disposed in a spaced manner in the horizontal direction on upper face 2A of housing 2 and are arranged to converge and scan light beams L onto and across photoconductor drums 20A and 20C, respectively. As shown in Fig. 1 and Fig. 3, scanning optical systems 1000B and 1000D are disposed in a spaced manner in the horizontal direction on an upper face 4A of another housing 4, which extends in the horizontal direction above housing 2, and are arranged to converge and scan light beams L onto and across photoconductor drums 20B and 20D, respectively.

[0023] Also, in Fig. 2, the direction of rotation of polygon

mirrors 320 of scanning optical systems 1000A and 1000C is the clockwise direction, and in Fig. 3, the direction of rotation of polygon mirrors 320 of scanning optical systems 1000B and 1000D is the counterclockwise direction.

[0024] Scanning optical system 1000A is arranged as has been described in detail above, and the other scanning optical systems 1000B to 1000D are also arranged in the same manner as the above-described scanning optical system 1000A.

[0025] The actions and effects of scanning optical device 10, with the above-described arrangement, shall now be described. The light beam L, emitted from semiconductor laser 110 of light emitting unit 100 of each of scanning optical systems 1000A to 1000D, is made incident on cylinder lens 230 along the optical path that extends in the horizontal direction, is converged in only the subscan direction (vertical direction), and then reaches the respective reflecting surfaces 322 of polygon mirror 320, which is rotated at high speed by motor unit 310.

[0026] The light beam L, which is deflected and scanned by the respective reflecting surfaces 322 due to the high-speed rotation of polygon mirror 320 of each of scanning optical systems 1000A to 1000D, is made incident on diffraction lens structure 412, arranged on incident surface 410 of first f θ lens 400, and exits from exit surface 420. In Figs. 1 through

3, the respective light beams L of scanning optical systems 1000A through 1000D are provided with symbols LA through LD in order to distinguish the respective light beams. The light beam L that is made incident on diffraction lens structure 412 of $f\theta$ lens 400 of each of scanning optical systems 1000A through 1000D is corrected in the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group by the action of the above-described diffraction lens structure 412, is converged mainly in the vertical direction (subscan direction) by the action of first $f\theta$ lens 400, then made incident on incidence surface 510 of second $f\theta$ lens 500, and exits from exit surface 520. By the action of second $f\theta$ lens 500, each light beam L exits upon being converged in only the horizontal direction (main scan direction).

[0027] The light beam L that has been emitted from exit surface 520 of second $f\theta$ lens 500 is bent downwards by mirror 700, then made incident on incidence surface 610 of third $f\theta$ lens 600, and exits from exit surface 620. In this process, light beam L is converged mainly in the subscan direction and is scanned in the main scan direction in a condition where it is converged as a point image on the corresponding photoconductor drum among photoconductor drums 20A through 20D of the respective scanning optical systems 1000A through 1000D.

[0028] Also, with each of scanning optical systems 1000A through 1000D, a light beam L, which of the light beam L that passes through second $f\theta$ lens 500, is of a scan range that does not contribute to image formation, is guided by mirror 810 to light receiving sensor 820, and by the control circuit controlling the drive signal of semiconductor laser 110 based on the light receiving signal output from light receiving sensor 820, synchronization in the horizontal direction of the position of the start of writing in the main scan direction on each of photoconductor drums 20A through 20D is achieved.

[0029] With the above-described arrangement, in each of scanning optical systems 1000A through 1000D, the light beam L that is deflected and scanned by polygon mirror 320 is corrected in the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group by the diffraction lens structure 412 provided on incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400. Thus even if wavelength fluctuation occurs among the semiconductor lasers 110 of light source units 100 of the respective scanning optical systems 1000A through 1000D and the wavelengths become different in value, since the chromatic aberrations of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens groups are corrected, variations of the scanning magnification in the main scan direction are restrained and

positional deviations in the main scan direction at the respective photoconductor drums 20A through 20D are prevented. Since positional deviations in the main scan direction do not occur among the light beams L that are scanned across the respective photoconductor drums as in the prior art, a color drift is prevented from occurring in the image that is printed onto recording paper by the respective photoconductor drums. [0030] Also, with this first embodiment, though diffraction lens structure 412 was provided on the incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400, the location at which the diffraction lens structure is provided is not limited thereto, and for example, the diffraction lens structure may be provided at the following locations instead. That is, the diffraction lens structure may be provided at one location among exit surface 420 of first $f\theta$ lens 400, incidence surface 510 and exit surface 520 of second $f\theta$ lens 500, and incidence surface 610 and exit surface 620 of third $f\theta$ lens 600. In order to perform effective correction of the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group, the location at which the diffraction lens structure is provided is preferably a location prior to the converging of light beam L in the main scan direction. It is thus preferable that the location at which the diffraction lens structure is provided be a location that

lies along the optical path of the deflected and scanned light beam L from polygon mirror 320 onwards and is positioned as close to polygon mirror 320 as possible. Thus in regard to the correction of the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group, the order of preference of the position at which the diffraction lens structure is disposed is as follows: incidence surface 410 and exit surface 420 of first $f\theta$ lens 400, incidence surface 510 and exit surface 520 of second $f\theta$ lens 500, and incidence surface 610 and exit surface 610 of third $f\theta$ lens 600. Also, as shall be described with a second embodiment below, the diffraction lens structure may be provided at a location besides any of the first to third $f\theta$ lenses.

[0031] Fig. 5 is an explanatory diagram, showing the arrangement of a polygon mirror unit of a scanning optical device of a second embodiment of this invention, and Fig. 6 shows a light transmitting member in the scanning optical device of the second embodiment, with Fig. 6(A) being a front view and Fig. 6(B) being a side view. Though with the example shown in Fig. 5, the polygon mirror unit corresponding to scanning optical system 1000B or 1000D of Fig. 1 is shown, the other scanning optical systems 1000A and 1000C are also the same in arrangement. This second embodiment differs from the first embodiment in that

polygon mirror unit 300A is provided with a cover 330 that covers the periphery and upper part of polygon mirror 320. Cover 330 is equipped with a disk-like upper wall 332, a cylindrical side wall 334, which is connected downwards from the peripheral edge part of the upper wall, and a disk-like lower wall 336, which extends outwards from the lower edge part of side wall 334. The lower surface of lower wall 336 is mounted to upper face 4A of housing 4. Intervals are provided among upper wall 332, side wall 334, and polygon mirror 320.

[0032] The actions of cover 330 are as follows. That is, due to the generation of noise and air flow by high-speed rotation of polygon mirror 320, dust may become drawn into the vicinity of polygon mirror 320 and this dust may become attached to reflecting surfaces 322 of polygon mirror 320 and prevent normal reflection by reflecting surfaces 322. The drawing in of dust by the noise and air flow due to high-speed rotation of polygon mirror 320 is thus prevented by covering the periphery and upper part of polygon mirror 320 with cover 330.

[0033] At a location of side wall 334 of cover 330 that faces semiconductor 120 of light source unit 100 and incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400 is formed a window part 334A, comprising an opening that is made through the thickness direction of side wall 334. Light beam L from semiconductor laser 120 of light

source unit 100 passes through window part 334A and is made incident on polygon mirror 320, and the light beam L that has been deflected and scanned by polygon mirror 320 passes through window part 334A and is lead to incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400.

[0034] A light transmitting member 340, which enables passage of light beam L, is mounted to the abovementioned window part 334A. As shown in Fig. 6, light transmitting member 340 has a first surface 342, which faces polygon mirror 320, and a second surface 344, which opposes first surface 342 and faces incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400. A diffraction lens structure 342A is arranged on first surface 342 of the abovementioned light transmitting member 340. Meanwhile, a diffraction lens structure is not provided in any of the first to third $f\theta$ lenses.

[0035] Thus even in this second embodiment, correction of the chromatic aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group is realized by the action of diffraction lens structure 342A, arranged on light transmitting member 340, thereby providing the same actions and effects as the first embodiment. Also, since in the second embodiment, the diffraction lens structure is arranged at a location that is even closer to polygon mirror 320 than the incidence surface 410 of first $f\theta$ lens 400, effective correction of the chromatic

aberration of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens group can be performed. Needless to say, the diffraction lens structure may be arranged on second surface 344 of the above-described light transmitting member 340 instead as well.

[0036] Though with the first and second embodiments described above, semiconductor lasers 110 of light source units 100 of four scanning optical systems 1000A to 1000D were made to correspond to four colors (yellow, magenta, cyan, and black) and the light beams L emitted from the respective semiconductor lasers 110 were arranged to be illuminated onto photoconductor drums 20A to 20D, provided in correspondence to the abovementioned four colors, this invention is not limited to an arrangement where there are four scanning optical systems and may obviously be applied for example to an arrangement with three scanning optical systems. Also, with the first and second embodiments described above, each $f\theta$ lens group was arranged from the three $f\theta$ lenses of the first to third $f\theta$ lenses, the first $f\theta$ lens was made to mainly perform convergence in the subscan direction, the second $f\theta$ lens was made to perform convergence in only the main scan direction, and the third $f\theta$ lens was made to perform convergence in only the subscan direction. However, the arrangement of the $f\theta$ lens group of

this invention is not limited to the above. For example, the directions of light beam convergence by the first, second, and third $f\theta$ lenses are not limited to the combination given as an example in the above-described embodiments. For example, the second and third $f\theta$ lenses may be arranged to perform convergence in both the main scan direction and the subscan direction. Also, the $f\theta$ lens arrangement that makes up the $f\theta$ lens group is not limited to a three-lens arrangement.

[0037]

[Effects of the Invention] As is clear from the above description, this invention provides in a scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn: a light source; a polygon mirror; and an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge the light beam that has been deflected and scanned by the polygon mirror onto an illuminated object; an arrangement wherein, with each of the abovementioned scanning optical systems, at least one of the abovementioned $f\theta$ lenses is provided with a diffraction lens structure. Thus even if wavelength fluctuations occur in the light beams emitted from the light sources of the respective scanning optical systems and the light beams come to differ mutually in wavelength, the chromatic aberrations of magnification in the main scan direction due

to the $f\theta$ lens groups are corrected by the passage of the light beams, which have been deflected and scanned by the polygon mirrors, through the diffraction lens structures. Variations of the scanning magnification in the main scan direction of the light beams of the respective scanning optical systems are thus restrained, thereby preventing the occurrence of positional deviations in the main scan direction of the respective light beams among the respective illuminated objects.

[0038] This invention also provides in a scanning optical device comprising a plurality of scanning optical systems, each comprising in turn: a light source; a polygon mirror; an $f\theta$ lens group, in turn comprising a plurality of $f\theta$ lenses that converge the light beam that has been deflected and scanned by the abovementioned polygon mirror onto an illuminated object; and a cover, covering the periphery and upper part of the polygon mirror and having a light transmitting member, which allows passage of the light beam, mounted at a location through which the light beam that has been deflected and scanned by the polygon mirror passes; an arrangement wherein the light transmitting member is provided with a diffraction lens structure. Thus even if wavelength fluctuations occur in the light beams emitted from the light sources of the respective scanning optical systems

and the light beams come to differ mutually in wavelength, the chromatic aberrations of magnification in the main scan direction due to the $f\theta$ lens groups are corrected by the passage of the light beams, which have been deflected and scanned by the polygon mirrors, through the diffraction lens structures. Variations of the scanning magnification in the main scan direction of the light beams of the respective scanning optical systems are thus restrained, thereby preventing the occurrence of positional deviations in the main scan direction of the respective light beams among the respective illuminated objects.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A sectional view, showing the condition of a scanning optical device of a first embodiment of this invention as viewed from the front.

[Fig. 2] A plan view, as viewed from the section along line A-A of Fig. 1.

[Fig. 3] A plan view, as viewed from the section along line B-B of Fig. 1.

[Fig. 4] Diagrams showing a first $f\theta$ lens, with Fig. 4(A) being a front view, Fig. 4(B) being a plan view, and Fig. 4(C) being a side view.

[Fig. 5] An explanatory diagram, showing the arrangement of

a polygon mirror unit of a scanning optical device of a second embodiment of this invention.

[Fig. 6] Diagrams showing a light transmitting member in the scanning optical device of the second embodiment of this invention, with Fig. 6(A) being a front view and Fig. 6(B) being a side view.

[Description of Symbols]

10 scanning optical device

1000A to 1000D scanning optical system

100 light source unit

110 semiconductor laser

300, 300A polygon mirror unit

320 polygon mirror

330 cover

340 light transmitting member

342A diffraction lens structure

400 first $f\theta$ lens

412 diffraction lens structure

500 second $f\theta$ lens

600 third $f\theta$ lens

Fig.1

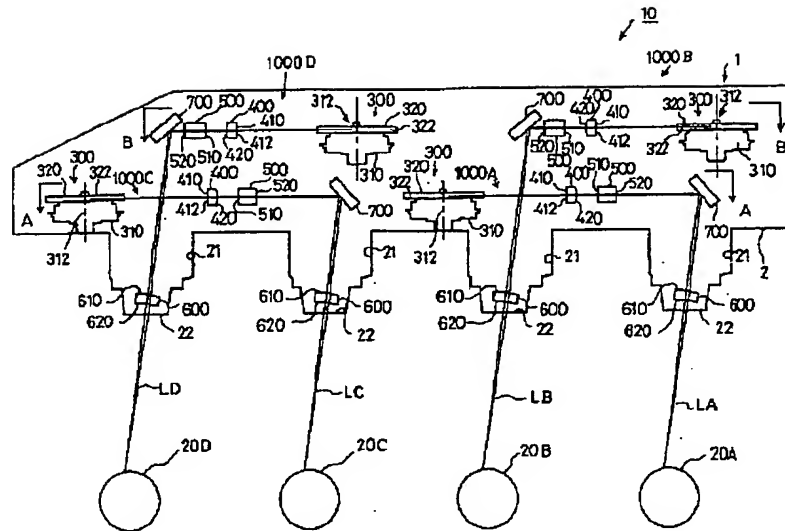


Fig.2

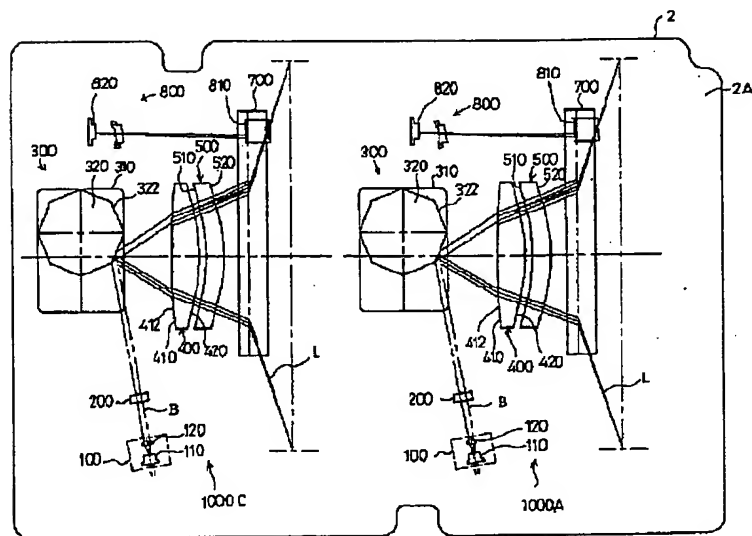


Fig.3

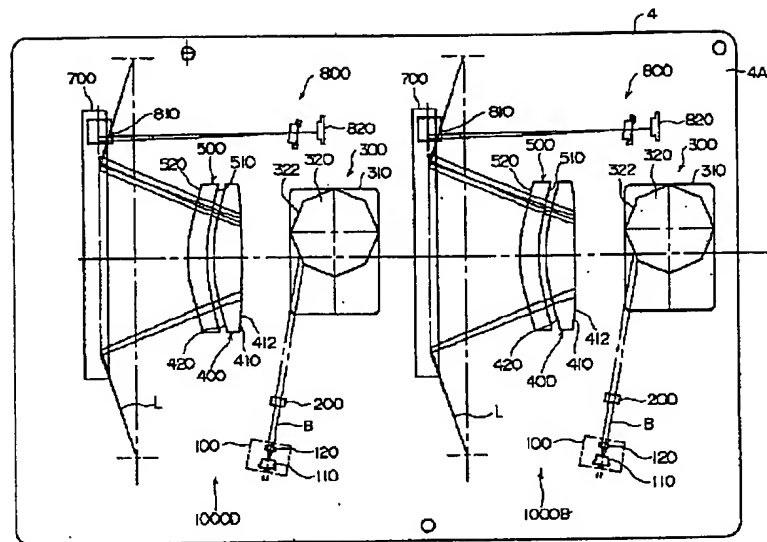


Fig.4

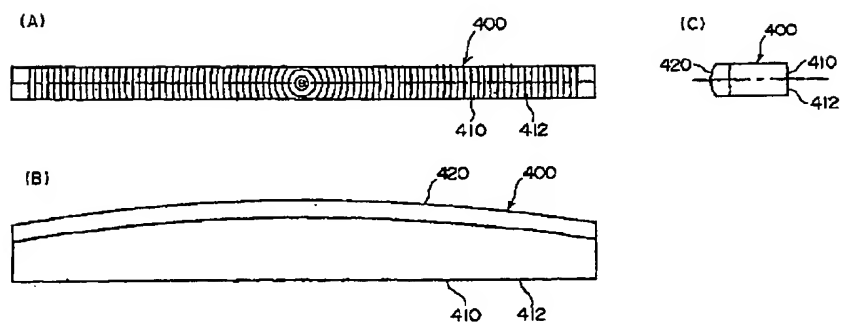


Fig.5

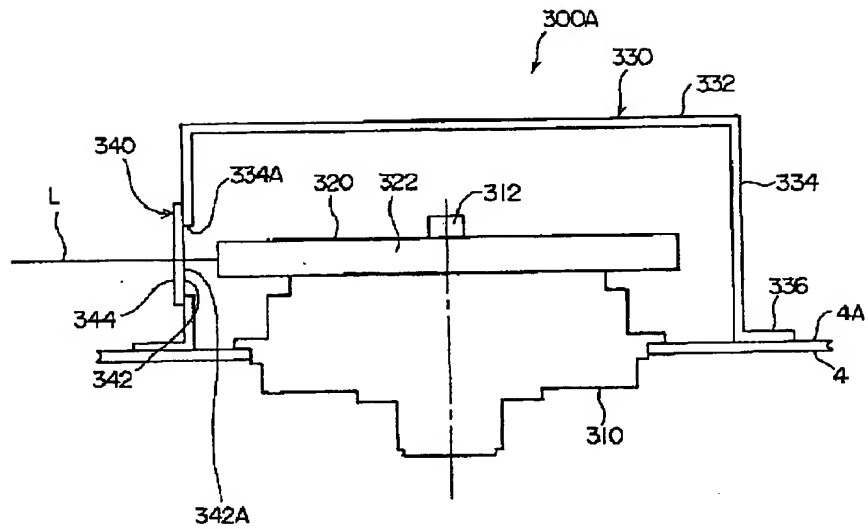


Fig.6

